

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства
Кафедра «Строительство, строительные материалы и конструкции»

Утверждено на заседании кафедры
«Строительство, строительные материалы и
конструкции»
« 18 » января 2022 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой



А.А. Трещёв

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к самостоятельной работе студентов
по дисциплине
«Механика пластин и оболочек»**

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы магистратуры**

по направлению подготовки
08.04.01 «Строительство»

с направленностью (профилем)
Теория и проектирование зданий и сооружений

Формы обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 080401-04-22

Тула 2022 год

Разработчик методических указаний

Трещев А.А., профессор, д.т.н., профессор

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

ВВЕДЕНИЕ

В методических указаниях затрагиваются вопросы расчета и конструирования пространственных конструкций, образованных пластинами и оболочками. Самостоятельная работа для студентов, обучающихся по направлению 08.04.01 «Строительство» (для профиля подготовки «Теория и проектирование зданий и сооружений») является основой учебной программы магистерской подготовки.

В указаниях рассмотрена методика самостоятельной работы студента по всему курсу.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа способствует углублению, закреплению и обобщению теоретического материала, выявлению способностей студента к практическому решению конкретных инженерно-технических задач.

Целью самостоятельной работы является ознакомление студента с основами расчета и проектирования пространственных конструкций на основе пластин и оболочек. Студент должен определить наиболее рациональное решение конструктивной схемы пространственной системы в техническом, технологическом и в экономическом отношении.

Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
1 семестр	
1	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
2	Выполнение курсовой работы
3	Подготовка доклада
4	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

Заочная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
2 семестр	
1	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
2	Выполнение курсовой работы
3	Подготовка доклада
4	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

2. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

2.1. Общие требования

Студенты по выданной рабочей программе с учетом рекомендуемой учебной и научной литературы должны самостоятельно изучить, отводимый для этих целей материал и подготовить 2 доклада по индивидуальному заданию, выданному преподавателем.

Доклад должен содержать описание научной проблемы, современное состояние научных знаний в данном направлении, описание известных экспериментальных данных, анализ достоинства и недостатков известных теорий, границ их применимости, должны быть предложены возможные перспективные направления развития теории.

2.2. Темы для самостоятельной проработки

№ п/п	Наименование видов самостоятельной работы	Трудоёмкость, (в академических часах)	Методические материалы
<i>Очная форма обучения</i>			
<i>1-й семестр</i>			
1	1.2. Совместные действия напряжений и температуры.	2	См. 9.1, [1]
2	1.3. Теории разрушения. Пластическое течение, пластичность. Коэффициенты запаса.	4	См. 9.2, [6];
3	2.3. Прямоугольные пластины с граничными условиями, отличающимися от свободного опирания. Применение энергетического метода.	6	См. 9.1, [1,2,3]
4	3.2. Толстые пластины - решения в рядах с помощью функции нагружения. Локальные поля напряжений. Решения уравнений теории упругости для пластин с ненагруженными поверхностями. Уточненные условия, задаваемые на краях пластины. Толстые пластины - поправки к прогибам, получаемым по классической теории пластин.	8	См. 9.1, [1, 3]; См. 9.2 [1]
5	4.3. Потенциальная энергия деформации оболочки.	6	См. 9.2, [6,7]
6	5. Круговые цилиндрические оболочки.	4	См. 9.2, [8]
7	5.1. Применение теории малых прогибов.	6	См. 9.2, [6,7]
8	5.2. Выпучивание тонких цилиндрических оболочек при осевом сжатии. Потеря устойчивости тонких цилиндрических оболочек при боковом давлении. Выпучивание цилиндрических оболочек при кручении.	8	См. 9.2, [6,7]
9	5.3. Применение уравнений теории упругости к исследованию толстостенных цилиндрических оболочек. Толстостенные цилиндрические оболочки. Поправки к классическим значениям прогибов.	8	См. 9.1, [1, 3] См. 9.2, [6,7]

10	7.1. Свободные колебания тонких оболочек и пластин, определение частот.	8	См. 9.1, [1, 3] См. 9.2, [1,6,7]
11	7.2. Определение критических усилий, приводящих к потере устойчивости оболочек и пластин.	6	См. 9.1, [1, 3]
12	8.1. Вариационные методы расчета, метод коллокаций	6	См. 9.1, [2];
13	Подготовка к практическим занятиям	16	См. 9.6
14	Выполнение КР	20	См. 9.7.1
15	Подготовка доклада на конференцию	8	См. 9.1, [1,3]
Итого:		116	
<i>Заочная форма обучения</i>			
<i>1-й семестр</i>			
1	2.3. Прямоугольные пластины с граничными условиями, отличающимися от свободного опирания. Применение энергетического метода.	10	См. 9.1, [1,2,3]
2	4.3. Потенциальная энергия деформации оболочки.	10	См. 9.2, [6,7]
3	5. Круговые цилиндрические оболочки.	8	См. 9.2, [8]
4	5.1. Применение теории малых прогибов.	10	См. 9.2, [6,7]
5	5.2. Выпучивание тонких цилиндрических оболочек при осевом сжатии. Потеря устойчивости тонких цилиндрических оболочек при боковом давлении. Выпучивание цилиндрических оболочек при кручении.	12	См. 9.2, [6,7]
6	5.3. Применение уравнений теории упругости к исследованию толстостенных цилиндрических оболочек. Поправки к классическим значениям прогибов.	12	См. 9.1, [1, 3] См. 9.2, [6,7]
7	7.1. Свободные колебания тонких оболочек и пластин, определение частот.	12	См. 9.1, [1, 3] См. 9.2, [1,6,7]
8	7.2. Определение критических усилий, приводящих к потере устойчивости оболочек и пластин.	8	См. 9.1, [1, 3]
9	8.1. Вариационные методы расчета, метод коллокаций	8	См. 9.1, [2];
10	Подготовка к практическим занятиям	20	См. 9.6
11	Выполнение КР	20	См. 9.7.1
12	Подготовка доклада на конференцию	8	См. 9.1, [1,3]
Итого:		138	

Выполнение самостоятельного изучения указанных выше разделов дисциплины осуществляется в 1-м семестре на 2-13 неделях обучения.

Подготовка к практическим занятиям контролируется в ходе работы студента в аудитории с использованием доски при проведении соответствующего практического занятия.

2.3. Методика самостоятельной работы

Предлагается два взаимодополняющих направления. Первое направление заключается в самостоятельном изучении студентом предложенных тем по

литературе. Второе направление заключается в обращении студента за консультацией к преподавателю за разъяснением сложных мест изучаемого материала и выясняет возможные направления развития теории на индивидуальных консультациях.

Завершается самостоятельная работа студента выступлением с двумя докладами.

3. Методические указания к работе над докладом

Доклад должен состоять из следующих разделов:

1. Введение

Во введении дается описание экспериментальных факторов деформированию пластин и оболочек, особенности экспериментальных исследований, типы материалов.

2. Теория деформаций пластин и оболочек

В этом разделе разъясняются основы теории деформаций пластин и оболочек в зависимости от уровня сложности конструкции и материалов, обосновываются технические геометрические гипотезы, строятся геометрические соотношения.

3. Теория напряжений пластин и оболочек

Рассматриваются аспекты современной теории напряженного состояния в поперечном сечении пластины или оболочки в зависимости от уровня сложности конструкции и материалов, обосновываются технические статические гипотезы, строятся поля напряжений.

4. Статические условия и уравнения неразрывности деформаций

Рассматриваются условия равновесия, условия неразрывности деформаций, обосновывается выбранная модель деформирования.

5. Уравнения состояния

Анализируются современные модели уравнений состояния для пластин и оболочек в зависимости от материала и уровня сложности конструкции, рассматривается методика определения констант.

6. Постановка задач теории деформирования пластин и оболочек.

Совместно рассматриваются условия равновесия, геометрические и физические соотношения, условия неразрывности деформаций, выбирается метод представления решения (перемещений или смешанный), проводится построение разрешающих уравнений, назначаются граничные условия (с обоснованием), намечаются конкретные способы решения задачи.

Дается анализ существующей на данный момент теории и намечаются пути дальнейшего ее развития. Все рассуждения и предположения сопровождаются графиками и формулами.

4. Библиографический список рекомендуемых источников

4.1 Основная литература

1. Трещёв, А.А. Анизотропные пластины и оболочки из разносопротивляющихся материалов: монография / А.А.Трещев; Рос. акад. архитектуры и строит. наук, ТулГУ. - М.: РААСН; Тула: ТулГУ, 2007. - 160с.: ил. - Библиогр. в конце кн. - ISBN 978-5-7679-0700-2: 100.00. 20 экз.

2. Петров, В.В. Методы расчета конструкций из нелинейно деформируемого материала / В.В.Петров, И.В.Кривошеин // Учеб. пособие. - М.: АСВ, 2009. - 208с.: ил. - Библиогр. в конце кн. - ISBN 5-9221-0674-0 /в пер./: 150.00. 18 экз.

3. Трещев, А.А. Изотропные пластины и оболочки, выполненные из материалов, чувствительных к виду напряженного состояния [Электронный ресурс] : монография /Трещев А.А./ Электрон. текстовые данные.— М.; Тула: Изд-во РААСН, ТулГУ, 2013. – 249 с. – Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/2014020710385570719500006713> . – Электронный читальный зал «Библиотех», по паролю

4.2 Дополнительная литература

1. Матченко, Н.М. Теория деформирования разносопротивляющихся материалов: Тонкие пластины и оболочки / Н.М.Матченко, А.А.Трещев; Рос. акад. архитектуры и строительных наук; ТулГУ. - М.: Изд-во РААСН,Изд-во ТулГУ, 2005. - 186с.: ил. - Библиогр. в конце кн. — ISBN 5-7679-0500-2 /в пер./: 90.00.

2. Лизин, В.Т. Проектирование тонкостенных конструкций: Учеб. пособие для вузов / В.Т.Лизин, В.А.Пяткин. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 2003. - 448с.: ил. - (Для вузов). - Библиогр. в конце кн. - ISBN 5-217-03209-X /в пер./: 185.00.

3. Лабозин, П.Г. Составные пластины из неоднородных материалов: учебное пособие / П.Г.Лабозин.— М.: Архитектура-С, 2005. - 128с.: ил. - Библиогр. в конце кн. - ISBN 5-9647-0056-X: 88.00.

4. Агапов, В.П. Метод конечных элементов в статике, динамике и устойчивости конструкций: учеб. пособие для вузов / Агапов В.П. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: АСВ, 2004. - 248с.: ил. - Библиогр. в конце кн. - ISBN 5-93093-303-0: 163.00.

5. Ступишин, Л.Ю. Применение метода конечных элементов в расчетах строительных конструкций: Учеб. пособие для вузов / Л.Ю.Ступишин, В.В.Бредихин, А.М.Крыгина, К.Е.Никитин; Курский гос. техн. ун-т. - Курск, 2002. - 255с.: ил. - Библиогр. в конце кн. - ISBN 5-7681-0105-5: 156.00.

6. Кабриц, С.А. Общая нелинейная теория упругих оболочек / С.А.Кабриц, Е.И.Михайловский, П.Е.Товстик и др.; Под ред. К.Ф.Черных, С.А.Кабрица; СПб. гос. ун-т. - СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2002. - 388с.: ил. - Библиогр. в конце кн. - ISBN 5-288-02922-9 /в пер./: 70.00.

7. Карпов, В.В. Нелинейные математические модели деформирования оболочек переменной толщины и алгоритмы их исследования: Учеб. пособие для вузов / В.В.Карпов, О.В.Игнатъев, А.Ю.Сальников; Под общ. ред. В.В.Карпова; Ассоц. строит. вузов; СПб. гос. архит.-строит. ун-т.- М., 2002. - 420с.: ил. - Библиогр. в конце кн. - ISBN 5-93093-176-3 /в пер./: 132.00.

8. Филиппов В.А. Основы геометрии поверхностей оболочек пространственных конструкций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Филиппов В.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.— 192 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12926>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

4.3 Периодические издания

1. Известия РАН, МТТ. – Выходит шесть раз в год.
2. Известия вузов. Серия Строительство. Выходит ежемесячно.
3. Механика композитных материалов. – Выходит шесть раз в год.
4. Проблемы прочности. – Выходит шесть раз в год.
5. Прикладная механика и техническая физика. – Выходит ежемесячно.

4.4 Интернет-ресурсы

1. <http://www.predel.chgpu.ru/> - Наилучший источник информации webarciv
2. <http://www.ipmnet.ru/> - Официальный сайт Института Проблем Механики РАН им. А.Ю.Ишлинского
3. http://www.elibrary.ru/org_items.asp?orgsid=656 – Научная электронная библиотека
4. <http://www.imash.ru/> - Официальный сайт Института Машиноведения РАН им. А.А.Благонравова
5. <http://www.izvuzstr.sibstrin.ru/pages/fulltext> - Официальный сайт Журнала «Известия вузов. Строительство». Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет